XXI Imagery Representation ENRIQUE VERA DE LA PUENTE and M.I. BOTEZ

1. GENERAL PSYCHOLOGY ASPECTS 1.1. Definition 1.2. Models and theories on visual imagery in contemporary cognitive psychology 1.3. Mental imagery and thought 1.4. Tests used

2. BEHAVIORAL NEUROLOGY AND NEUROPSYCHOLOGY 2.1. Neurological semiology 2.2. Classification of published cases and localization problems 2.3. Relations between VI (Visual Imagery), perception, and cognition 2.4. Is VI only a volitional problem? 2.5. Possible physiopathological mechanisms

3. CONCLUSION

BIBLIOGRAPHY

While in the field of language, a close collaboration is observed between psychologists, linguists, and behavioral neurologists, in the field of imagery representation, conversely, there is a considerable gap between the wealth of data in cognitive psychology on one hand, and the poverty of data in clinical neuropsychology and behavioral neurology on the other. This does not prevent this field from developing in the future, which is why we decided to introduce a separate chapter in this book. We will treat visual mental imagery (VI); the image of our own body, as well as other sensory modalities of imagery (auditory, cenesthetic, tactile, etc.), will not be the subject of this presentation.

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

1. ASPECTS OF GENERAL PSYCHOLOGY

1.1. Definition

In cognitive psychology, imagery has been defined in relation to memory or in relation to perception.

According to the first definition, VI is a specific code for representing concrete objects and events in long-term memory, which must be differentiated from verbal representation attached to abstract aspects. There would thus be two systems for coding information from sensory input in an individual's memory: the imagery system and the verbal system. According to Paivio, the imagery representation system would be of an analog and synchronic type, functioning in parallel, while the verbal representation system would be of a propositional and sequential type, functioning in series. For both the imagery and verbal systems, Paivio suggests the existence of three levels of meaning: representational, referential, and associative.

According to the second definition, a mental image is the reconstruction of one or more prior perceptive experiences, more or less modified or synthesized, in the absence of the original objects or scene. Richardson defined it as a "quasi-perceptive" conscious experience that occurs in the absence of specific stimuli; Piaget and Inhelder characterize VI as a figural evocation of objects and relations in a concrete and "simili-sensible" form.

1.2. Models and theories on VI in contemporary cognitive psychology

In cognitive psychology, mental activity is considered to represent a process of operations involving signs or signals carrying information, coming from either the external or internal environment of the organism. The most commonly used classification of signs in relation to the object is that established by Peirce: (i) indices refer to the object by virtue of a physical relationship (like footprints in the snow are indices of an animal's passage); (ii) icons are signs that are in a relationship of resemblance to the object; and (iii) symbols denote the object in an arbitrary manner (like words in natural or artificial languages, or mathematical symbols). "Images" have been considered a specific subclass of mental signs, in principle iconic in nature, although the question is highly debated.

Two fundamental currents divide cognitive psychologists regarding the models and theories of VI.

1. A first current supports the viewpoint that VI are an analog, iconic, or quasi-pictorial representation of imaged objects and the relations between objects in space. According to this viewpoint, a structural analogy relationship exists between VI and external reality. For some theorists, however, it is not necessary to have an identical (exact) correspondence between the image and the object to which it refers ("first-order isomorphism"), as the existence of a "second-order isomorphism" would suffice.

Contrary to Paivio, Kosslyn does not propose the existence of analog coding in semantic memory; for him, there would be a different representation coding for active (short-term) visual memory and for long-term memory. According to him, visual images are generated by long-term memory and

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

deployed on a visual "buffer," which would be the medium in which images form according to an inspection process that identifies parts and relations within the frame of the image itself. According to "pictorialist" psychologists, VI corresponds to a specific functional system, while having, like language, particular brain structures.

2. A second current consists of theorists who propose a propositional representation for VI. Following a viewpoint similar to Wittgenstein's—according to which an icon does not contain knowledge (just as we cannot claim that a camera "knows" because there is an exposed film)—Pylyshyn criticizes the concept of analog representation and maintains that perception is an interpretive process resembling a description through symbols (similar, but not identical, to language symbols) rather than an iconic reproduction. Thus, since images have their source in perception, they are propositional descriptions of abstract concepts and relations rather than a concrete spatial reproduction; unlike Paivio, Pylyshyn maintains the idea of a single representation code instead of a dual code. According to him, mental images are epiphenomena without a role in cognitive functions; according to Anderson, it would not be possible to prove whether VI constitute an internal representation of iconic or propositional characteristics. However, neuropsychological data support the existence of a differentiated brain representation for VI and language, as well as the analog character of imaged space and its topological structure on both hemispheres.

1.3. Mental imagery and thought

From the perspective of phylogenetic and ontogenetic development, "thinking in images" has been considered by some authors as a primitive and poorly developed form, characteristic of animals and children, while for others it would be characteristic of the most elaborate creative intelligence in art or science.

Bruner et al. distinguish three successive stages in cognitive development: i) the period of enactive representation, characterized by a representation of the external world through habits, which are modulated by direct motor activities on objects; ii) the period of iconic representation, characterized by the use of images or spatial schemas and relatively independent of sensory-motor activity; finally, iii) the period of symbolic representation, which is the latest stage, characterized by the use of symbols and abstract relations, determined by social learning.

According to Piaget, sensory-motor space develops in children during the first two years (a period corresponding to Bruner's enactive representation stage); the perception of this space progressively structures itself based on the coordination of the child's activities and movements within the environment. It would be an active notion of space. In this sense, movement within the environment determines images of different places; VI represent—according to Piaget—deferred and internalized imitations of actions, with objects being imagined and actions internalized.

Thus, children under two years old can anticipate relations between one spatial landmark and the next, but are not capable of having a systematized and ordered representation of the same environment. They cannot appreciate the totality of relations between different landmarks, although they are capable of correlating objects with different locations in space. This example, which

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

illustrates one of the points of Piaget and Bruner's conception, is useful for understanding the similar clinical symptomatology that occurs in adult patients with loss of topographical memory or pure loss of VI. In these cases, it is a dissolution of functions in the Jacksonian sense of the word.

1.4. Tests used

1.4.1. General psychology

Since the questionnaire developed by Galton (cited by Paivio), several tests have been used for the evaluation of VI (Table 21-I).

TABLE 21-I

Most used tests for VI evaluation in psychology

1. **Subjective tests (questionnaires):**
    - Gordon Questionnaire (VI Control Test)
    - Singer and Antrobus Questionnaire
    - Marks Questionnaire: Vividness of Visual Imagery Questionnaire
    - Paivio Questionnaire, shortened by Richardson
2. **Objective tests**
    - **A. Visuo-spatial and mental rotation tests**
        - Spatial relations from Thurstone's Primary Mental Abilities Test
        - Revised Minnesota Paper Form Board
        - Spatial relations from Differential Aptitude Tests
        - Thurstone and Jeffrey Flag Test
        - Shepard's Mental Rotation Tests
    - **B. Tests based on interference between VI and visual perception**
        - Brooks Test
        - Eddy and Glass Test

The choice of methods for evaluating VI was largely determined by the authors' conception of the subject. Thus, those who emphasize its character as a subjective conscious experience tend to use self-assessment questionnaires by asking subjects to imagine any scene and evaluate their experiences according to a determined "vividness" scale. The "scores" of these tests are usually correlated with data obtained during visuo-spatial or visual memory tests. Conversely, psychologists who emphasize the relationship between imagery and perception have chosen interference tests between VI and perception in this sensory modality.

1.4.2. Neuropsychology

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

Currently, there is no standardized battery of VI examinations. In this sense, one of us (EVP) designed an evaluation protocol based on the idea that one must fundamentally examine not only VI elicited by verbal stimuli (VI-language association) but also the subject's ability to represent and use VI in its visuo-spatial components (VI-tactile and cenesthetic imagery association). The application of tests is preceded by subjective questionnaires on the presence and "vividness" of dreams, hypnagogic and hypnopompic states, and voluntarily generated VI (Marks Questionnaire) and Richardson's questionnaire on verbal and visual modes of thought. The tests used are the Eddy and Glass verbal test (left hemisphere) and the Brooks test, correlated with a mental rotation test modified after Shepard (right hemisphere). The use of this battery (EVP, in publication) will likely allow for discerning inter-hemispheric differences regarding VI in normal subjects versus brain-damaged subjects.

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

2. BEHAVIORAL NEUROLOGY AND NEUROPSYCHOLOGY

2.1. Neurological semiology

The deficit or loss of VI is known in neurology as Charcot-Wilbrand syndrome; if the re-visualization deficit is severe, it is accompanied by a deficit in topographical memory as well as the disappearance, decrease, or modification of dreams. In evaluating the loss or deficit of VI, three elements must be taken into consideration: i) visual imagery in a waking state; ii) hypnagogic vision; and iii) dreams.

Charcot's patient published by Bernard was a highly educated polyglot man who, following a cerebrovascular accident, wrote to Charcot: "As I told you, I possessed a great facility for internally representing the people who interested me, colors, and objects of all kinds—in a word, everything reflected in the eye. Suddenly, this inner vision absolutely disappeared. Even today, with the best will, I cannot internally represent the features of my children, my wife, or any object I use daily. Lacking the sense of internal representation absolutely, my dreams have also changed. Today, I dream only in words, whereas I previously possessed visual perception in my dreams." Finally, he wrote: "In conclusion, I beg you to notice that I am now obliged to tell myself the things I want to retain in my memory, whereas before I only had to photograph them by sight".

The most recent case is that published by Botez et al.: it involved an innate deficit of imagery representation in a 38-year-old frustrated left-hander with an overall IQ of 154. The patient summarized his deficit as follows: "I am not capable of having a visual representation of my own children or my wife, although I know the color of their hair and eyes very well. As soon as they leave the room, I no longer represent them in my head. When I watch a movie on television, I see the present, I experience the appropriate emotion but, afterwards, everything has disappeared from my brain; the absence of visual images prevents the prolongation of emotions in me". To orient himself in the hospital or city, he must constantly use a planner or have specific orientation points as in any topographical memory disorders. However, his orientation in immediate sensory-motor space was correct, as he used adequate landmarks (learned by verbal memory). CT scan and nuclear magnetic resonance revealed a dilation of the right cerebral hemisphere and a clear stretching of the postero-superior portion of the corpus callosum.

2.2. Classification of published cases and localization problems

In recent years, the Boston school has published a number of articles in which a whole series of cases of VI loss or deficit are studied retrospectively. We are rather skeptical about this kind of reconsideration of prior literature for the following reasons: i) in most cases, they involve patients with severe visual agnosias, or severe prosopagnosias associated with dyspraxias, dysphasias, or other neurological disorders; ii) on the other hand, in some cases, there were no reliable studies of VI across its three dimensions because the interest of the respective case did not lie in a primary deficit in VI, a deficit which was often mentioned in just a few lines.

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

In Table 21-II, we present well-studied cases of VI deficit or loss that did not present visual agnosias. The first five cases are observations of pure VI deficit without agnosia, in subjects who were capable of leading a normal social life and had no intellectual or perceptive disorders.

(Refer to Table 21-II for a summary of significant cases involving trauma, vascular, or congenital etiologies and their corresponding neurological and neuropsychological signs).

A review of literature cases is not at all conclusive regarding the localization of lesions that determine VI loss: these lesions often involve both hemispheres, or one or two of the three lobes (parietal, occipital, and temporal). The role of the right temporal lobe in the production of visual illusions and hallucinations was demonstrated by Penfield and Perot. More recently, a superiority of the right temporal lobe for learning mediated by visual images has been demonstrated; this learning was deficient for amnesic patients or those with right temporal lobectomies. Nielsen had suggested that VI loss might represent a localization sign for a lesion located on the inferior portion of area 19 of the occipital lobes. The role of the right parieto-occipito-temporal associative cortex in the genesis of imaged space was demonstrated by Bisiach et al. Given the role of the right hemisphere in spatial thought, one would have expected imagery representation to be linked to right hemispheric functioning. In a literature review, Ehrlichman and Barrett concluded that there are likely bilateral components for imagery representation, but that right hemispheric dominance is not proven.

Farah classified patients with VI disorders according to Kosslyn's scheme into: i) cases with a deficit in the image generation process (cases by Brain, Brownell et al., case #3 by Humphrey and Zangwill, and Spalding and Zangwill); ii) cases with a deficit in long-term visual memory, having associative visual agnosia (cases by Wilbrand, Basso et al., case #1 by Humphrey and Zangwill); iii) cases with a deficit in the inspection process (with apperceptive visual agnosias). Farah's analysis of the first group leads to the conclusion that the integrity of the posterior part of the left hemisphere is essential for generating visual mental images. This viewpoint was reinforced by the study of a commissurotomized patient.

2.3. Relations between VI, perception, and cognition

Despite the differences between perceiving and imagining, imagery and visual perception certainly interact and, to some extent, both phenomena likely use common brain structures. Between VI and perception, both facilitation and interference phenomena have been described.

It has been argued that VI loss is accompanied by perception disorders; while this is usually true for cases with VI loss within the context of visual agnosia, there are pure cases of VI loss where perception is intact. On the other hand, a dissociation between verbal thought and IQ (both excellent) and deficient imagery representation has also been noted. In the case studied by Botez et al., verbal thought and memory compensated for the VI deficit.

2.4. Is VI only a volitional process?

Champions of this viewpoint are Levine et al., who argue that VI is voluntary, specifically: "visual imagery is voluntary, distinguishing it from both hallucination and perception". In this regard, we cited situations such as an individual in full physical and mental health being suddenly placed in

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

imminent life-threatening danger; at that moment, they see, on a mental plane, a cinematic film of their entire life. Levine considers this phenomenon a hallucination because it is involuntary. Unless the definition of hallucination has changed—which is not only involuntary but morbid—we must consider this phenomenon normal and involuntary, occurring in a normal person; this kind of VI is triggered by intense emotional factors. One can conclude that VI can occur involuntarily in hypnagogic states, dreams, or during intense emotion.

2.5. Possible physiopathological mechanisms

A plausible psychophysiological hypothesis is the existence of cortical-subcortical structures at the base of VI. In this sense, the anatomo-functional substrate of voluntary VI could be considered similar to that proposed by Mesulam for unilateral spatial neglect. There would thus be four major anatomo-physiological components: i) a parieto-occipito-temporal component related to the visuo-spatial sensory aspect; ii) a frontal component responsible for motor programming, fixation, and the voluntary aspect of VI; iii) a limbic component related to emotionality and motivation (it is well known that almost all visual images are accompanied by emotions particular to each individual; in this sense, Arnold suggested a circuit for image formation supported by the amygdala's role in encoding emotionally significant information); iv) finally, a reticular component should be included, as it is necessary for arousal level and vigilance.

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

3. CONCLUSION

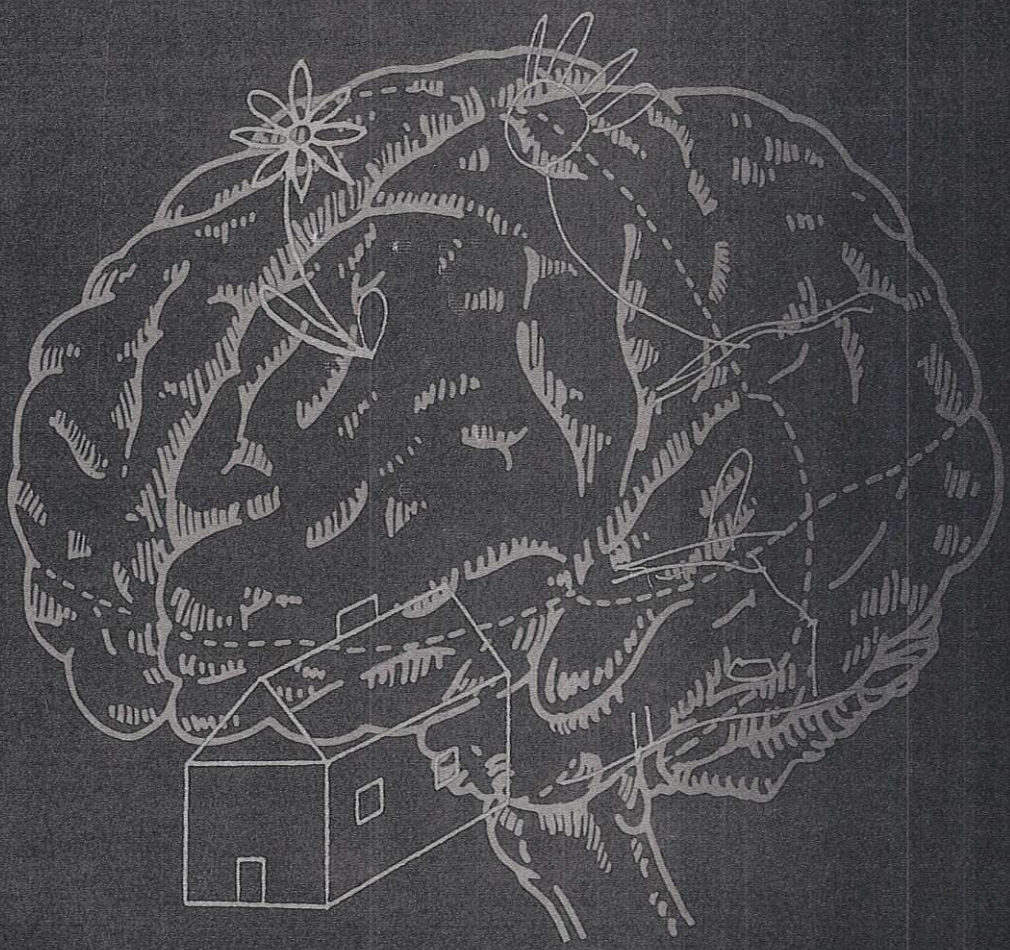
VI, as both a capacity and experience, is a complex process interacting with perception, memory, and symbolic representation processes. To date, no conclusions can be reached regarding a specific lateralization of lesions determining a VI deficit; these involve posterior brain lesions, usually bilateral. Behavioral neurology data support the existence of several cortical-subcortical structures in the genesis of mental images.

"Disclaimer: This document is a translation of a copyrighted work intended for non-profit educational and research use under 'fair use' guidelines. The uploader does not claim ownership of the original content." Original publisher: Les Presses de l'Université de Montréal & Masson, 1987.

SOUS LA DIRECTION DE

MIHAI IOAN BOTEZ

Neuropsychologie clinique et neurologie du comportement



LES PRESSES DE L'UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
MASSON

6. **Évaluation neuropsychologique** 177
7. **Conclusion** 180
Bibliographie 180

CHAPITRE XIII – **LES FONCTIONS CALLEUSES** – Maryse LASSONDE, Franco LEPORÉ et Maurice PTITO 183
1. **Rappel anatomique** 183
2. **Perspective historique** 185
3. **Les rôles du corps calleux: études animales** 186
4. **Les rôles du corps calleux: études humaines** 188
5. **Conclusion: une hypothèse quant au rôle dynamique du corps calleux** 199
Bibliographie 200

CHAPITRE XIV – **L'ASYMÉTRIE FONCTIONNELLE DU CERVEAU** – Justine SERGENT 205
1. **Nature du problème** 206
2. **Définitions** 207
3. **Rapports entre structures cérébrales et fonctions mentales** 207
4. **Caractérisation de l'asymétrie fonctionnelle** 208
5. **Facteurs structuraux** 209
6. **Conclusion** 213
Bibliographie 213

CHAPITRE XV – **LES CIRCUITS CORTICAUX-SOUS-CORTICAUX À LA BASE DU COMPORTEMENT** – M.I. BOTEZ 215
1. **Points de départ** 216
2. **Les mécanismes de la parole et du langage** 216
3. **Circuit noyau dorsomédian ⟷ lobe préfrontal** 218
4. ***Les systèmes visuels*** 219
5. **La négligence spatiale unilatérale (NSU)** 220
6. **Maladie de Parkinson** 220
7. **Données récentes sur les mécanismes de la mémoire** 221
8. **Y a-t-il une neuropsychologie du cervelet?** 222
Bibliographie 223

5

Les grands syndromes en neuropsychologie clinique et neurologie du comportement 227

CHAPITRE XVI – **LE SOMMEIL NORMAL ET PATHOLOGIQUE** – Jacques MONTPLAISIR et Isabelle ROULEAU 229
1. **Le sommeil normal** 229
2. **Le sommeil pathologique** 234
Bibliographie 237

CHAPITRE XVII – **LA NEUROPSYCHOLOGIE DE L'AFFECTIVITÉ** – Jacinthe BARIBEAU 239

1. **Définition et modèles psychophysiologiques** 239
2. **Organisation à l'intérieur de chaque lobe** 241
3. **Les connexions corticales — sous-corticales** 242
4. **Rapports interhémisphériques** 243
5. **Différences individuelles et déficits fonctionnels chez les populations neuropsychiatriques** 246

Bibliographie 247

CHAPITRE XVIII – **LES TROUBLES DE MÉMOIRE** – Jean-Louis SIGNORET 251

1. **Sémiologie** 252
2. **Variétés cliniques** 253
3. **Neurobiologie** 257
4. **Neuropsychologie** 259
5. **Pathophysiologie** 260

Bibliographie 261

CHAPITRE XIX – **LES APRAXIES** – Andrew KERTESZ 265

1. **Introduction** 265
2. **Apraxie et étude du mouvement en général** 267
3. **Relation de l'apraxie et de l'aphasie** 271
4. **Apraxie verbale** 273
5. **Localisation lésionnelle dans l'apraxie** 276

Bibliographie 278

CHAPITRE XX – **LES AGNOSIES** – Andrew KERTESZ 281

1. **Introduction** 281
2. **Agnosie visuelle** 281
3. **Variétés d'agnosie visuelle** 282
4. **Déficits associés** 285
5. **Lésions produisant l'agnosie visuelle** 289
6. **Reconnaissance visuelle** 290
7. **Agnosies auditives** 291
8. **Agnosie tactile** 294
9. **Résumé** 295

Bibliographie 296

CHAPITRE XXI – **LA REPRÉSENTATION IMAGÉE** – Enrique VERA DE LA PUENTE et M.I. BOTEZ 299

1. **Aspects de psychologie générale** 299
2. **Neurologie du comportement et neuropsychologie** 302
3. **Conclusions** 305

Bibliographie 305

XXI

La représentation imagée

ENRIQUE VERA DE LA PUENTE et M.I. BOTEZ

1. ASPECTS DE PSYCHOLOGIE GÉNÉRALE 1.1. Définition
1.2. Modèles et théories sur l'imagerie visuelle dans la psychologie cognitive contemporaine 1.3. L'imagerie mentale et la pensée 1.4. Tests utilisés
2. NEUROLOGIE DU COMPORTEMENT ET NEUROPSYCHOLOGIE
2.1. Sémiologie neurologique 2.2. Classification des cas publiés et problèmes de localisation 2.3. Relations entre l'IV, la perception et la cognition
2.4. Est-ce que l'IV est seulement un problème volitionnel?
2.5. Mécanismes physiopathologiques possibles 3. CONCLUSION
BIBLIOGRAPHIE

Alors que dans le domaine du langage on constate une étroite collaboration entre psychologues, linguistes et neurologues du comportement, dans le domaine de la représentation imagée, par contre, c'est un écart considérable entre la richesse des données sur le plan de la psychologie cognitive, d'une part, et la pauvreté des données dans la neuropsychologie clinique et la neurologie du comportement, d'autre part. Ceci n'empêche pas que ce domaine sera développé dans l'avenir, raison pour laquelle nous avons décidé d'introduire un chapitre à part dans ce livre. Nous allons traiter de l'imagerie mentale visuelle (IV); l'image de notre propre corps, ainsi que les autres modalités sensorielles d'imagerie (auditive, cénesthésique, tactile, etc.) ne constitueront pas l'objet de cette présentation.

1

ASPECTS DE PSYCHOLOGIE GÉNÉRALE

1.1.

Définition

Dans la psychologie cognitive on a défini l'imagerie par rapport à la *mémoire* ou par rapport à la *perception*.

Selon la *première définition*, l'IV est un code spécifique de représentation des objets et événements concrets dans la mémoire à long terme, qui doit être différencié de la représentation verbale rattachée aux aspects abstraits. Il y aurait, ainsi, deux systèmes de codification de l'information en provenance de l'input sensoriel dans la mémoire d'un individu: le

système d'imagerie et le système verbal[1]. D'après Paivio[1], le système de représentation imagée serait de type analogique et synchronique, et fonctionnerait en parallèle, tandis que le système de représentation verbale serait de type propositionnel et séquentiel, et fonctionnerait en série. Tant pour le système d'imagerie que pour le système verbal, Paivio suggère l'existence de trois niveaux de signification: représentationnel, référentiel et associatif[2].

Selon la *deuxième définition*, une image mentale est la reconstruction d'une ou plusieurs expériences perceptives antérieures, plus ou moins modifiées ou synthétisées, en l'absence des objets ou la scène originale. Richardson[3] l'a définie comme une expérience consciente «quasi perceptive» qui survient en l'absence des stimuli spécifiques; Piaget et Inhelder[4] caractérisent l'IV comme une évocation figurale d'objets et de relations sous une forme concrète et «simili-sensible».

1.2.

Modèles et théories sur l'IV dans la psychologie cognitive contemporaine

Dans la psychologie cognitive, on considère que l'activité mentale représente un processus d'opérations comportant des signes ou signaux porteurs d'information, en provenance soit du milieu extérieur, soit du milieu intérieur de l'organisme. La classification la plus utilisée des signes par rapport à l'objet est celle établie par Peirce[5]: (i) les *indices* se réfèrent à l'objet en vertu d'une relation physique (comme les empreintes dans la neige sont les indices du passage d'un animal); (ii) les *icônes* sont des signes qui sont dans un rapport de ressemblance avec l'objet et (iii) les *symboles* dénotent l'objet d'une manière arbitraire (comme les mots des langages naturels ou artificiels, ou encore les symboles mathématiques). Les «images» ont été considérées comme une sous-classe spécifique de signes mentaux, en principe de nature iconique, quoique la question soit très discutée.

Deux courants fondamentaux divisent les psychologues cognitifs à l'égard des modèles et théories de l'IV.

1. Un premier courant est celui qui soutient le point de vue selon lequel les IV sont une *représentation analogique, iconique* ou *«quasi picturale»* des objets imagés et des relations entre les objets dans l'espace. Conformément à ce point de vue, entre les IV et la réalité extérieure existe une relation d'analogie structurale[8]. Pour certains théoriciens, il n'est cependant pas nécessaire d'avoir une correspondance identique (exacte) entre l'image et l'objet auquel elle est référée («isomorphisme de premier ordre»), car il suffirait pour cela de l'existence d'un «isomorphisme de deuxième ordre[7]». Contrairement à Paivio, Kosslyn[8] ne propose pas l'existence d'un codage analogique dans la mémoire sémantique; pour lui, il existerait un codage de représentation différent pour la mémoire visuelle active (à court terme) et pour la mémoire à long terme. D'après lui, les images visuelles sont générées par la mémoire à long terme et déployées sur un «tampon» visuel, qui serait le médium dans lequel les images se forment selon un processus d'inspection qu'identifient les parties et les relations dans le cadre de l'image telle quelle. D'après les psychologues «picturalistes», l'IV correspond à un système fonctionnel spécifique, tout en ayant, comme le langage, des structures cérébrales particulières.

2. Un deuxième courant est celui des théoriciens qui proposent une *représentation propositionnelle* pour l'IV. Suivant un point de vue semblable à celui de Wittgenstein[9], selon lequel un icône ne contient pas de connaissances (de la même façon que nous ne pouvons pas soutenir qu'un appareil photographique «connaît» parce qu'il y a un film exposé), Pylyshyn[10] critique le concept de représentation analogique et soutient que la perception est un processus d'interprétation ressemblant plutôt à une description par l'intermédiaire des symboles (similaires, mais pas identiques aux symboles du langage) qu'à une reproduction iconique; donc étant donné que les images ont leur source dans la perception, elles sont plutôt des descriptions propositionnelles de concepts et relations abstraites qu'une reproduction spatiale concrète; à l'encontre de Paivio, Pylyshyn maintient l'idée d'un codage unique de représentation au lieu d'un double codage. D'après lui[6,10], les images mentales seraient des épiphénomènes sans rôle dans les fonctions cognitives; selon Anderson[11], il ne serait pas possible de prouver si les IV constituent une représentation interne de caractéristiques iconiques ou propositionnelles. Cependant, les données de la neuropsychologie appuient l'existence d'une

représentation cérébrale différenciée pour les IV et le langage[12,13], ainsi que le caractère analogique de l'espace imagé et sa structuration topologique sur les deux hémisphères[14].

1.3.

L'imagerie mentale et la pensée

Du point de vue du développement *phylogénétique* et *ontogénétique*, la «pensée en images» a été considérée par quelques auteurs comme une forme primitive et peu développée, propre aux animaux et aux enfants, tandis que pour d'autres elle serait caractéristique de l'intelligence créative la plus élaborée dans l'art ou dans les sciences[15].

Bruner *et al.*[16] distinguent trois étapes successives dans le développement cognitif: i) la période de représentation *enactive*, caractérisée par une représentation du monde extérieur à travers les habitudes, lesquelles sont modulées par les activités motrices directes sur les objets; ii) la période de représentation *iconique*, caractérisée par l'utilisation des images ou des schémas spatiaux et relativement indépendante de l'activité sensori-motrice; enfin, iii) la période de représentation *symbolique*, qui est l'étape la plus tardive, caractérisée par l'utilisation de symboles et des relations abstraites, déterminées par l'apprentissage social.

D'après Piaget[4,17], l'espace sensori-moteur se développe chez l'enfant lors des deux premières années (période qui correspond au stage de représentation enactive de Bruner[16]); la perception de cet espace se structuralise progressivement sur la base de la coordination des activités et des déplacements de l'enfant dans le milieu. Il s'agirait d'une notion d'espace vérifiée par la pratique et par l'expérience, bien organisée au niveau du comportement pratique et immédiat de tous les jours; l'absence de la représentation imagée visuo-spatiale ne permet pas — à cet âge — de reconstruire l'IV sur le plan mental[4]. Entre l'âge de deux et quatre ans, il y a chez l'enfant un développement progressif de l'espace représentatif (représentation intériorisée de l'espace); cette vision spatiale intérieure se développe avec la formation d'une représentation globale interne de l'activité sensori-motrice de l'enfant. L'idée de base, dans la conception de Piaget, est que la ressemblance entre l'imagerie et la perception est déterminée par l'imitation (une reproduction schématisée active). Dans ce sens, le déplacement dans le milieu détermine les images des différents endroits; les IV représentent — d'après Piaget — des imitations différées et intériorisées des actions, les objets étant imaginés et les actions intériorisées[17].

Ainsi, les enfants de moins de deux ans peuvent anticiper les relations entre un point de repère spatial et le suivant, mais ne sont pas capables d'avoir une représentation systématisée et en ordre du même milieu. Ils ne peuvent pas apprécier la totalité des relations entre les différents points de repère, bien qu'ils soient capables de corréler les objets avec différents lieux de l'espace. Cet exemple, qui illustre un des points de la conception de Piaget[4] et Bruner[16], est utile pour comprendre la symptomatologie clinique similaire qui survient chez des malades adultes avec perte de la mémoire topographique ou perte pure de l'IV. Il s'agit, dans ces cas, d'une dissolution des fonctions dans le sens jacksonien du mot.

1.4.

Tests utilisés

1.4.1. Psychologie générale

Depuis le questionnaire élaboré par Galton (cité par Paivio[1]), plusieurs tests ont été utilisés pour l'évaluation de l'IV (Tableau 21-I).

TABLEAU 21-I

Tests plus utilisés pour l'évaluation de l'IV en psychologie

1. **Tests subjectifs** (questionnaires):
   Questionnaire de Gordon (Test de contrôle de l'IV[18])
   Questionnaire de Singer et Antrobus[19]
   Questionnaire de Marks: Questionnaire sur la vividité de l'IV[20]
   Questionnaire de Paivio, abrégé par Richardson[21]
2. **Tests objectifs**
   A. *Tests visuo-spatiaux et de rotation mentale*
   Relations spatiales du test d'aptitudes mentales primaires de Thurstone[1]
   Minnesota Paper Form Board révisé[1,22]
   Relations spatiales des tests différentiels d'aptitudes[22]
   Test des drapeaux de Thurstone et Jeffrey[1,22]
   Tests de rotation mentale de Shepard[23]
   B. *Tests fondés sur l'interférence entre l'IV et la perception visuelle*
   Test de Brooks[24]
   Test d'Eddy et Glass[25]

Le choix des méthodes pour l'évaluation de l'IV a été déterminé en grande partie par la conception des auteurs sur le sujet. Ainsi, ceux qui soulignent son caractère d'expérience

consciente subjective ont tendance à utiliser des questionnaires d'autoévaluation en demandant aux sujets de s'imaginer une scène quelconque et d'évaluer leurs expériences selon une échelle de «vividité» déterminée. Les «scores» de ces tests sont habituellement corrélés avec les données obtenues lors des tests visuo-spatiaux[1,26] ou de mémoire visuelle[20].

Par contre, les psychologues qui mettent l'accent sur la relation entre l'imagerie et la perception ont choisi des tests d'interférence entre les IV et la perception dans cette modalité sensorielle[24,25].

1.4.2. **Neuropsychologie**

De nos jours, on ne dispose pas d'une batterie d'examens de l'IV. Dans ce sens, un de nous (EVP) a conçu un protocole d'évaluation basé sur l'idée que fondamentalement on doit examiner non seulement l'IV élicitée par les stimuli verbaux (association IV-langage) mais aussi la capacité du sujet de se représenter et d'utiliser l'IV dans ses composantes visuo-spatiales (association IV-imagerie tactile et cénesthésique).

L'application des tests est précédée par des questionnaires subjectifs sur la présence et la «vividité» des rêves, de l'état hypnagogique et hypnopompique et des IV générées volontairement (questionnaire de Marks[20]) et celui de Richardson[21] sur les modalités verbale et visuelle de la pensée. Les tests utilisés sont le test verbal de Eddy et Glass[25] (hémisphère gauche) et le test de Brooks[24], corrélé avec un test de rotation mentale modifié après Shepard[23] (hémisphère droit). L'utilisation de cette batterie (EVP, en cours de publication) permettra vraisemblablement de discerner les différences interhémisphériques à l'égard de l'IV chez le sujet normal *versus* le sujet cérébrolésé.

2

NEUROLOGIE DU COMPORTEMENT ET NEUROPSYCHOLOGIE

2.1.

Sémiologie neurologique

Le déficit ou la perte de l'IV est connu en neurologie comme le syndrome de Charcot-Wilbrand[27]; si le déficit de revisualisation est sévère, il est accompagné d'un déficit de mémoire topographique ainsi que de la disparition, de la diminution ou des modifications des rêves. Dans l'évaluation de la perte ou du déficit de l'IV on doit prendre en considération trois éléments: i) l'imagerie visuelle en état de veille; ii) la vision hypnagogique et iii) les rêves.

La patient de Charcot publié par Bernard[28] était un homme fort instruit et polyglotte qui, suite à un accident cérébro-vasculaire, écrivait à Charcot ceci:

«Comme je vous l'ai dit, je possédais une grande facilité pour me représenter intérieurement les personnes qui m'intéressaient, les couleurs et les objets de toute nature, en un mot, tout ce qui se reflète dans l'œil. Tout d'un coup, cette vision intérieure a absolument disparu. Aujourd'hui même, avec la meilleure volonté, je ne peux pas me représenter intérieurement les traits de mes enfants, de ma femme ou de n'importe quel objet me servant journellement. Le sens de la représentation intérieure me manquant absolument, mes rêves se sont également modifiés. Aujourd'hui, je rêve seulement en *paroles*, tandis que je possédais auparavant, dans mes rêves, la perception visuelle.» Enfin, il écrivait: «comme conclusion je vous prie de remarquer que je suis obligé aujourd'hui, *de me dire les choses que je veux retenir dans ma mémoire, pendant que j'avais auparavant seulement à les photographier par la vue*».

Le cas le plus récent, est celui publié par Botez *et al.*[29]: il s'agissait d'un déficit inné de la représentation imagée chez un gaucher contrarié de 38 ans avec un QI global de 154. Le patient résumait son déficit comme suit:

«Je ne suis pas capable d'avoir la représentation visuelle de mes propres enfants, ou de mon épouse, bien que je connaisse très bien la couleur de leurs cheveux et de leurs yeux. Dès qu'ils quittent la chambre, je ne les représente plus dans ma tête. Quand je regarde un film à la télévision, je vois le présent, je vis l'émotion adéquate mais, par la suite, tout est disparu de mon cerveau; *l'absence des images visuelles empêche chez moi le prolongement des émotions*». Afin de pouvoir s'orienter dans l'hôpital ou en ville il doit utiliser en permanence un agenda ou avoir des points d'orientation spécifique comme dans n'importe quels troubles de mémoire topographique. Cependant, son orientation dans l'espace sensori-moteur immédiat était correcte, car il utilisait des

points de repère adéquats (appris par la mémoire verbale).

Le CT-scan et la résonnance nucléaire magnétique ont mis en évidence une dilatation de l'hémisphère cérébral droit et un étirement net de la portion postéro-supérieure du corps calleux.

2.2.

Classification des cas publiés et problèmes de localisation

Lors des dernières années, l'école de Boston a publié un certain nombre d'articles dans lesquels on étudie en rétrospective une série entière de cas de perte ou de déficit de l'IV[30,31]. Nous sommes plutôt sceptiques quant à ce genre de reconsidération de la littérature antérieure pour les raisons suivantes: i) il s'agit, dans la plupart des cas, de malades avec agnosies visuelles sévères[32], ou avec des prosopagnosies sévères associées à des dyspraxies, dysphasies ou autres troubles neurologiques[33-36]; ii) d'autre part, dans certains cas, il n'y avait pas d'études fiables de l'IV sous ses trois dimensions car l'intérêt du cas respectif ne consistait pas dans un déficit primordial dans l'IV, déficit qui était souvent mentionné dans quelques lignes[37].

Dans le Tableau 21-II, nous présentons les cas de déficit ou de perte de l'IV bien étudiés qui ne présentaient pas d'agnosies visuelles. Les cinq premiers cas sont des observations de déficit pur de l'IV sans agnosie, chez des sujets qui étaient capables de mener une activité sociale normale et n'avaient pas de troubles

TABLEAU 21-II

Cas plus significatifs de déficit de l'IV (cf. texte)

Auteurs	Cas	Sexe	Étiologie et localisation	Signes neurologiques	Signes neuro-psychologiques	IV (éveil)	Rêves
Humphrey et Zangwill[38]	#2	M,21	Traumatique (P-O bilatérale)	HHG, HSD	DP, DX, MV, PMTo	Déficitaire	Absents
Humphrey et Zangwill[38]	#3	M,32	Traumatique (P, post. droite)	gaucher, HSG, QIG, HG	DP, DX, D/G, PMTo	Déficitaire	Absents
Brain[39]	#1	M,36	Traumatique (bilatérale)	EEG anormal à gauche	DP, PMTo	Déficitaire (visuo-spatiale)	Visuels absents
Brain[39]	#2	M,50	Traumatique (frontale)	Aucun	DC, PMTo (légère), dépression	Déficitaire avec les yeux fermés	?
Botez *et al.*[28]		M,38	Congénitale (hémis. droit et splénium)	Aucun	Écriture en miroir NSUD et PMTo (légères)	Nettement déficitaire	En paroles seulement
Bisiach et Luzzatti[40]	#1	F,86	Vasculaire (F-P-T droite)	HHG, HSG, HG	NSUG	Déficitaire dans l'espace gauche	?
Bisiach et Luzzatti[40]	#2	M,72	Vasculaire (P-T droite)	HHG, HSG et HG (légères)	NSUG	Déficitaire dans l'espace gauche	?
Basso *et al.*[13]	MG	M,63a	Vasculaire (O.T. gauche)	HHD, HD, HSD	Dch, DL, DP, DC, PMTo anomie	Absente aussi dans les modalités olfactive, gustative et auditive	Absentes

Localisation: P: pariétale; O: occipitale; T: temporale; F: frontale.
Signes neurologiques: HD: Hémiparésie droite; HG: Hémiparésie gauche; HHD: Hémianopsie homonyme droite; HHG: Hémianopsie homonyme gauche; HSD: Hémianesthésie droite; HSG: Hémianesthésie gauche; QIG: Quadranopsie inférieure gauche.
Signes neuropsychologiques: DC: Dyschalculie; DCh: Dyschromatopsie; D/G: Désorientation droite gauche; DL: Dyslexie; DP: Dysphasie, DX: Dyspraxie; MV: Trouble de mémoire visuelle; NSUD,G: Négligence spatiale unilatérale droite, gauche; PMTo: Perte de mémoire topographique.

intellectuels ni de perception. Les trois derniers cas présentaient des troubles neurologiques additionnels (autres que des agnosies visuelles). La revue des cas de la littérature, au premier abord, n'est pas du tout concluante relativement à la localisation des lésions qui déterminent la perte de l'IV : ces lésions intéressent souvent les deux hémisphères, ou bien un ou deux des trois lobes (pariétaux, occipitaux et temporaux). Le rôle du lobe temporal droit dans la production des illusions visuelles et des hallucinations a été démontré par Penfield et Perot[41]. Plus récemment, on a démontré une supériorité du lobe temporal droit pour l'apprentissage médié par les images visuelles[12,42]; cet apprentissage était déficitaire pour les patients amnésiques ou avec lobectomies temporales droites. Nielsen[37] avait suggéré que la perte de l'IV peut représenter un signe de localisation d'une lésion située sur la portion inférieure de l'aire 19 des lobes occipitaux. Le rôle du cortex associatif pariéto-occipito-temporal droit dans la génèse de l'espace imagé a été démontré par Bisiach *et al.*[14]. En tenant compte du rôle de l'hémisphère droit dans la pensée spatiale, on aurait dû s'attendre à ce que la représentation imagée soit liée au fonctionnement hémisphérique droit[43]. Dans une revue de la littérature, Ehrlichman et Barrett[44] arrivaient à la conclusion qu'il y a probablement des composantes bilatérales pour la représentation imagée, mais que la dominance hémisphérique droite n'est pas prouvée.

Farah[30] a classifié les patients avec troubles de l'IV après le schéma de Kosslyn[8] en : i) cas avec un déficit dans le processus de génération des images (les cas de Brain[39], le cas de Brownell *et al.*[30], le cas n° 3 de Humphrey et Zangwill[38] et le cas de Spalding et Zangwill[30]); ii) cas avec un déficit de la mémoire visuelle à long terme, ayant une agnosie visuelle associative (les cas de Wilbrand[33], de Basso *et al.*[13], le cas n° 1 de Humphrey et Zangwill[38]); iii) cas avec un déficit du processus d'inspection (avec agnosies visuelles aperceptives[32]). L'analyse du premier groupe de patients amène Farah à conclure que l'intégrité de la partie postérieure de l'hémisphère gauche est essentielle pour la génération des images mentales visuelles. Ce point de vue a été renforcé par l'étude d'un patient commissurotomisé[45].

2.3. Relations entre l'IV, la perception et la cognition

Malgré les différences qui existent entre percevoir et imaginer, l'imagerie et la perception visuelle sont certainement en interaction[46] et, dans une certaine mesure, les deux phénomènes utilisent probablement des structures cérébrales communes[46]. Entre l'IV et la perception, on a décrit autant de phénomènes de facilitation[47] que de phénomènes d'interférence[46].

On a soutenu que la perte de l'IV s'accompagne de troubles de la perception; si ceci est vrai d'habitude pour les cas avec perte de l'IV dans le cadre d'une agnosie visuelle, il y a des cas purs de perte de l'IV chez qui la perception est intacte[29,39]. D'autre part, dans les mêmes observations, on a signalé également une dissociation entre la pensée verbale et le QI (les deux excellents) et la représentation imagée déficitaire[29,39]. Dans le cas étudié par Botez *et al.*[29] la pensée et la mémoire verbale compensaient le déficit de l'IV.

2.4. Est-ce que l'IV est seulement un processus volitionnel?

Les champions de ce point de vue sont Levine *et al.*[31] qui soutiennent que l'IV est volontaire, plus précisément *«visual imagery is voluntary, distinguishing it from both hallucination and perception»*. À ce sujet, nous avons cité les situations suivantes[47a] : un individu, en plein état de santé physique et mentale, est mis (d'une manière soudaine et inattendue) devant un danger de mort imminente; à ce moment, il voit, sur le plan mental, un film cinématographique de toute sa vie.

Levine[47b] considère ce phénomène comme une hallucination parce qu'il est involontaire. À moins qu'on ait changé la définition de l'hallucination qui est un phénomène pas seulement involontaire mais *morbide* (cf. Petit Larousse), nous devons considérer ce phénomène comme étant normal et involontaire survenant chez une personne normale; ce genre d'IV est déclenché par un facteur émotionnel intense.

On peut conclure que l'IV peut survenir involontairement dans l'état hypnagogique, les rêves ou lors d'une émotion intense.

2.5.

Mécanismes physiopathologiques possibles

Une hypothèse psychophysiologique vraisemblable est celle de l'existence des structures cortico-sous-corticales à la base de l'IV (voir aussi le chapitre 15). Dans ce sens, on pourrait considérer que le substratum anatomo-fonctionnel de l'IV volontaire est similaire à celui proposé par Mesulam[48] pour la négligence spatiale unilatérale. Il y aurait donc quatre composantes anatomo-physiologiques majeures comme suit: i) une composante *pariéto-occipito-temporale*[31,40] relative à l'aspect sensoriel (statique et dynamique) visuo-spatial; ii) une composante *frontale*, chargée de la programmation motrice, de la fixation et de l'aspect volontaire de l'IV; iii) une composante *limbique* relative à l'émotivité et la motivation Il est bien connu qu'à peu près toutes les images visuelles sont accompagnées d'émotions particulières pour chaque individu[49,50]; dans ce sens, Arnold[51] a suggéré l'existence d'un circuit amygdalo-thalamo-cortical pour la formation des images, hypothèse qui est appuyée par le rôle de l'amygdale dans l'encodage des informations émotionnellement significatives[52]; iv) enfin, une composante *réticulaire* devrait être incluse, car celle-ci est nécessaire pour le niveau d'éveil et la vigilance.

3

CONCLUSION

L'IV, en tant que capacité et expérience, est un processus complexe, en interaction avec la perception, la mémoire et aussi avec les processus de représentation symbolique. À ce jour on ne peut pas avoir de conclusions à propos d'une latéralisation spécifique des lésions déterminant un déficit d'IV; il s'agit de lésions cérébrales postérieures, d'habitudes bilatérales. D'autre part, les données de la neurologie du comportement viennent en faveur de l'existence de plusieurs structures cortico-sous-corticales dans la génèse des images mentales.

Bibliographie

1. Paivio, A., *Imagery and Verbal Processes*, New York, Holt, Reinehart and Winston, 1971.
2. Clark, J.M., «Representational Memory: Paivio's Levels of Meaning as Experimental Model and Conceptual Framework», dans J.C. Yuille (édit.), *Imagery, Memory and Cognition*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum, 1983, pp. 211-231.
3. Richardson, A., «Imagery: Definition and Types», dans A.A. Sheikh (édit.), *Imagery: Current Theory, Research, and Application*, New York, Wiley, 1983, pp. 3-42.
4. Piaget, J., B. Inhelder, *l'Image mentale chez l'enfant*, Paris, Presses universitaires de France, 1966.
5. Peirce, C.S., *Collected Papers*, vol. 2 *(Elements of Logic)*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1932, pp. 134-173.
6. Morris, P.E., P.J. Hampson, *Imagery and Consciousness*, New York, Academic Press, 1983.
7. Shepard, R.N., S. Chipman, «Second-order Isomorphism of internal Representations: Shaper of States», *Cog. Psychol.*, 1970, **1**: 1-17.
8. Kosslyn, S.M., *Image and Mind*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1980.
9. Wittgenstein, L., *Philosophische Untersuchungen*, Oxford, Basil Blackwell, 1953.
10. Pylyshyn, Z.W., «The Imagery Debate: Analogue Media Versus Tacit Knowledge», *Psychol. Rev.*, 1981, **88**: 16-45.
11. Anderson, J.R., «Arguments Concerning Representations for Mental Imagery», *Psychol. Rev.*, 1978, **85**: 249-277.
12. Jones-Gotman, M., «Incidental Learning of Image-mediated or Pronounced Words after Right Temporal Lobectomy», *Cortex*, 1979, **15**: 187-197.
13. Basso,. A., E. Bisiach, C. Luzzatti, «Loss of Mental Imagery: A Case Study», *Neuropsychologia*, 1980, **18**: 435-442.
14. Bisiach, E., E. Capitani, C. Luzzatti, D. Perani, «Brain and Conscious Representation of Outside Reality», *Neuropsychologia*, 1981, **19**: 543-551.
15. Kaufmann, G., *Visual Imagery and its Relation to Problem Solving*, Bergen, Universitetsforlaget, 1979.
16. Bruner, J.S., R.R. Olver, P.M. Greenfield, *Studies in Cognitive Growth*, New York, Wiley, 1966.
17. Laurendeau, M., A. Pinard, *The Development of the Concept of Space in the Child*, New York, International Universities Press, 1970.
18. Gordon, R., «An Investigation into some of the Factors that Favour the Formation of Stereotyped Images», *Brit. J. Psychol.*, 1949, **39**: 156-167.
19. Singer, J.L., J.S. Antrobus, «Daydreaming, Imaginal Processes, and Personality: A Normative Study», dans P.W. Sheehan (édit.), *The Function and Nature of Imagery*, New York, Academic Press, 1972, pp. 175-202.
20. Marks, D.F., «Visual Imagery Differences in the Recall of Pictures», *Brit. J. Psychol.*, 1973, **64**: 17-24.

21. RICHARDSON, A., «Verbalizer — Visualizer: A Cognitive Style Dimension», *J. Mental Imagery*, 1977, **1**: 109-125.
22. KATZ, A.N., «What Does it Mean to Be a High Imager?», dans J.C. Yuille (édit.), *Imagery, Memory and cognition*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum, 1983, pp. 43-50.
23. SHEPARD, R.N., L.A. COOPER, *Mental Images and their Transformations*, Cambridge, MA, The MIT Press, 1982.
24. BROOKS, L.R., «Spatial and Verbal Components of the Act of Recall», *Can. J. Psychol.*, 1968, **22**: 349-368.
25. EDDY, J.K., A.L. GLASS, «Reading and Listening to High and Low Imagery Sentences», *J. Verb. Learn. Verb. Behav.*, 1981, **20**: 333-345.
26. BARRATT, P.E., «Imagery and Thinking», *Aust. J. Psychol.*, 1953, **5**: 154-164.
27. CRITCHLEY, M., *The Parietal Lobes*, London, Arnold, 1953.
28. BERNARD, D., «Un cas de suppression brusque et isolée de la vision mentale des signes et des objets (formes et couleurs)», *le Progrès médical*, 1883, **2**: 568-571.
29. BOTEZ, M.I., M. OLIVIER, J.L. VÉZINA, T. BOTEZ, B. KAUFMAN, «Defective Revisualization», Paper presented at the *INS European Meeting*, Aachen, juin 1984, *Cortex*, 1985, **21**: 375-389.
30. FARAH, M.J., «The Neurological Basis of Mental Imagery: A Componential Analysis», *Cognition*, 1984, **18**: 245-272.
31. LEVINE, D.N., J. WARACH, M. FARAH, «Two Visual Systems in Mental Imagery», *Neurology (NY)*, 1985, **35**: 1010-1018.
32. ADLER, A., «Desintegration and Restoration of Optic Recognition in Visual Agnosia», *Arch. Neurol. Psychiat.*, 1944, **51**: 243-259.
33. WILBRAND, M., «Ein Fall von Seelenblindheit und Hemianopsie mit Sectionsbefund», *D. Ztsch. f. Nervenheilk.*, 1892, **2**: 361-387.
34. LYMAN, R.S., S.T. KWAN, W.H. CHAO, «Left Occipito-parietal Brain Tumor with Observations on Alexia and Agraphia in Chinese and English» *Clin, Med. J.*, 1983, **54**: 491-516.
35. MACRAE, D., E. TROLLE, «The Defect of Function in Visual Agnosia», *Brain*, 1956, **79**: 94-110.
36. EPSTEIN, A.W., «Effect of Certain Cerebral Hemispheric Diseases on Dreaming», *Biol. Psychiatry*, 1979, **14**: 77-93.
37. NIELSEN, J.M., «Occipital Lobes, Dreams and Psychosis», *J. Nerv. Ment. Dis.*, 1955, **121**: 50-52.
38. HUMPHREY, M.E., O.L. ZANGWILL, «Cessation of Dreaming after Brain Injury», *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.*, 1951, **14**: 322-325.
39. BRAIN, R., «Loss of Visualization», *Proc. R. Soc. Med.*, 1954, **47**: 288-290.
40. BISIACH, E., C. LUZZATTI, «Unilateral Neglect of Representational Space», *Cortex*, 1978, **14**: 129-133.
41. PENFIELD, W., P. PEROT, «The Brain's Record of Auditory and Visual Experience: A Final Summary and Discussion», *Brain*, 1963, **86**: 595-696.
42. JONES-GOTMAN, M., B. MILNER, »Right Temporal-lobe Contribution to Image Mediated Verbal Learning», *Neuropsychologia*, 1978, **16**: 61-71.
43. BRUYER, R., «Neuropsychologie de l'imagerie mentale», *Année Psychol.*, 1982, **82**: 497-512.
44. EHRLICHMAN, M., J. BARRETT, «Right Hemispheric Specialization for Mental Imagery: A Review of the Evidence», *Brain Cog.*, 1983, **2**: 55-76.
45. FARAH, M.J., M.S. GAZZANIGA, J.D. HOLTZMAN, S.M. KOSSLYN, «A Left Hemisphere Basis for Visual Mental Imagery?», *Neuropsychologia*, 1985, **23**: 115-118.
46. FARAH, M.J., «Psychophysical Evidence for a Shared Representational Medium for Mental Images and Percepts», *J. Exp. Psychol.*, 1985, **114**: 91-103.
47. SEGAL, S.J., *Imagery, Current Cognitive Approaches*, New York, Academic Press, 1971, pp. 69-100.
47a. BOTEZ, M.I., E. VERA de la PUENTE, «Two Visual Systems in Mental Imagery (letter)», *Neurology*, 1986, **36**: 733.
47b. LEVINE, D.N., «Two Visual Systems in Mental Imagery (letter)», *Neurology*, 1986, **36**: 734.
48. MESULAM, M.M., «A Cortical Network for Directed Attention and Unilateral Neglect», *Ann. Neurol.*, 1981, **10**: 309-325.
49. HOROWITZ, M.J., *Image Formation and Cognition*, New York, Appleton-Century-Crofts, 1970.
50. MARKS, D.F., «Mental Imagery and Consciousness: A Theoretical Review», dans A.A. Sheikh (édit.), *Imagery: Current Theory, Research and Application*, New York, Wiley, 1983, p. 105.
51. ARNOLD, M.B., *Memory and the Brain*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum, 1984.
52. SARTER, M., H.J. MARKOWITSCH, «Involvement of the Amygdala in Learning and Memory: A Critical Review», *Behav. Neurosci*, 1985, **99**: 342-380.